



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Modelagem de agentes relacionados com o setor madeireiro na região Norte do Mato Grosso

Lucas Gustavo de Alvarenga Landini

Relatório final de Iniciação Científica,
orientado pela Dra. Maria Isabel Sobral
Escada e Ms. Vinicius do Prado
Capanema, com colaboração do Dr.
Pedro Ribeiro Andrade

São José dos Campos – SP
2022



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Modelagem de agentes relacionados com o setor madeireiro na região Norte do Mato Grosso

Lucas Gustavo de Alvarenga Landini

Relatório final de Iniciação Científica,
orientado pela Dra. Maria Isabel Sobral
Escada e Ms. Vinicius do Prado
Capanema, com colaboração do Dr.
Pedro Ribeiro Andrade.

São José dos Campos – SP
2022

RESUMO

Este trabalho deu continuidade ao desenvolvimento de um modelo de exploração madeireira, iniciado em 2018, com técnicas de impacto reduzido (*Reduct Impact Logging* ou RIL) proposto por Farias et. al. (2017). Durante os anos de 2021 e 2022 foram realizadas reuniões semanais junto ao grupo de orientação para a discussão e desenvolvimento de um modelo que simula as regras definidas pela legislação para Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS). Para o entendimento e ajuste do modelo de exploração, o potencial de crescimento da floresta foi estudado na região norte de Mato Grosso, no município de Juara, observando-se a volumetria extraída permitida pela lei (30 m³/ ha), com ciclos de corte de 30 anos (4 ciclos) e projeções para os 90 anos de exploração. Foram utilizados parâmetros de crescimento florestal baseado em pesquisa na literatura, para a Amazônia. Para a simulação, foram desenvolvidos três cenários de exploração, sendo o primeiro denominado EC1 (econômico comercial nível 1) em que as regras do plano de manejo são seguidas e o corte ocorre somente em árvores com mais de 50 cm de diâmetro (DAP), respeitando o limite de exploração de 30 m³/ ha. Os cenários EC2 e EC3 simulam condições em que as regras não são respeitadas, em que a fiscalização não é efetiva. Nesses cenários são exploradas árvores com diâmetro menor que 50 cm, porta sementes e uma volumetria maior do que 30 m³/ ha. O que difere EC2 de EC3, é que no último, árvores proibidas de corte também são exploradas. A simulação foi realizada para intervalos de DAP de 10 cm, de 0 a 90 cm e maior que 90cm. Os resultados das simulações demonstram que o modelo é capaz de representar a dinâmica da exploração e regeneração da floresta. Este fato é evidenciado pela curva em forma de J invertido das classes diamétricas, em que as maiores quantidades de indivíduos se encontram nas primeiras classes e menores quantidades se encontram nas maiores classes diamétricas. Esse comportamento da curva corrobora com vários estudos realizados na Amazônia para áreas de exploração seletiva. Os resultados evidenciam ainda, que quando não são seguidas as normas de manejo, as áreas exploradas apresentam uma perda significativa nas árvores de corte com DAP>50 cm, podendo chegar a uma perda total da floresta de mais de 45,72%. Mesmo no EC2, de exploração moderada, essa perda é grande ainda no primeiro ciclo no instante denominado T0 da simulação. Mesmo seguindo as normas definidas nos planos de manejo, observou-se que do 2º ciclo em diante (após 30 anos), há uma grande redução, de 72,83% das árvores com mais de 50 cm de DAP, indicando que o corte seletivo, de acordo com os parâmetros utilizados no modelo, não se sustenta ao longo do tempo, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental.

Palavras-chave: Exploração Seletiva, Impacto Reduzido, PMFS, Uso e Cobertura, Modelo de Agentes

LISTA DE FIGURAS	Pág.
2.1 - Localização da área de estudo	10
3.1 - Distribuição das classes em Juara-MT	17
3.2 – Simulação do número de árvores do EC1	18
3.3 – Simulação do número de árvores do EC1 no gráfico de linhas	18
3.4 – Classes de diâmetro de corte > 50 cm do cenário EC1	19
3.5 – Simulação do número de árvores do EC2	20
3.6 – Simulação do número de árvores do EC3	20

LISTA DE TABELAS	Pág.
2.1 - Distribuição das classes diamétricas	12
2.2 - Distribuição das árvores nas células no tempo inicial	13
2.3 - Classificação e proporção das árvores na célula	14
2.4 – Intervalo de valores do EC	16

Sumário

1. INTRODUÇÃO	7
1.1 Objetivos Específicos	9
2. METODOLOGIA	9
2.1 Área de Estudo	9
2.2 Dados	11
2.3 Procedimentos Metodológicos	11
2.3.1 Procedimentos metodológicos para geração do submodelo econômico	13
2.3.2 Estratégia de exploração	14
2.3.3 Proposta do submodelo econômico	15
3. RESULTADOS	16
4. CONCLUSÕES	21

1. INTRODUÇÃO

A exploração seletiva é uma atividade bastante relevante na Amazônia brasileira. Ela pode ser definida como um conjunto de técnicas empregadas para o corte seletivo, orientado por métodos específicos de inventário e colheita, das árvores sadias de espécies comerciais (Johns 1985). De acordo com os dados divulgados pelo Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF), em 2016, foram extraídos aproximadamente 11,45 milhões de m³ de madeira (SNIF 2017), sendo os estados do Pará e Mato Grosso os principais produtores. Os dados do Centro das Indústrias Produtoras e Exportadoras de Madeira do Estado de Mato Grosso (CIPEM) indicam que em 2017 esse montante foi de 3,6 milhões de m³ no Mato Grosso.

De acordo com a legislação brasileira, a extração de madeira pode ser realizada por meio de Planos de Manejo Florestal Sustentáveis (PMFS) ou por Planos de Exploração Florestal (PEFs) (MATO GROSSO 2006a, 2014). Os PMFSs são provenientes de estudos técnicos que contêm regras específicas de manejo sustentável da floresta para extração da madeira mediante ao menor impacto ambiental possível (MMA 2019). Os PEFs são planos de extração e aproveitamento de madeira e lenha de áreas de floresta que serão convertidas em uso alternativo do solo (MATO GROSSO 2006b). Ambos os sistemas possuem regras específicas e a extração em desacordo com essas regras torna essa atividade ilegal e passível de punição. A extração ilegal ou predatória da madeira também pode estar associada à exploração da floresta sem autorização prévia dos órgãos competentes.

A extração ilegal pode causar alterações severas na estrutura da floresta. Dependendo da intensidade, a exploração seletiva pode causar perdas de até 40% do dossel da floresta e até 20% do solo fica exposto devido ao estabelecimento da infraestrutura para a exploração (Verissimo et al. 1992, Uhl and Vieira 2006). A retirada das árvores de valor comercial pode causar também danos acidentais nos indivíduos remanescentes. Além disso, a exploração seletiva tem sido apontada como uma das causas da fragmentação florestal, ampliando efeitos de borda na cobertura florestal do bioma Amazônia. Broadbent et al. (2008) destacam ainda que, de 1999 a 2002, houve um aumento de 48% na quantidade de bordas decorrentes do desmatamento nos estados do Pará, Acre, Rondônia e Mato Grosso. Quando

combinados, desmatamento e exploração seletiva, o aumento da quantidade de bordas passou a ser de 53% do total de floresta analisada no mesmo período. Rondon et al. (2012) apontaram que a exploração seletiva intensa e recorrente favorece ao aparecimento e ampliação de grandes manchas de solo exposto na cobertura florestal, podendo levar ao longo do tempo, à eliminação completa dessa cobertura.

Sabe-se que a exploração seletiva de madeira na Amazônia é um importante fator que contribui para os impactos sociais e ambientais da região. Essa atividade demonstra alta complexidade, pois envolve diferentes agentes que se relacionam de maneira dinâmica entre si e com outros setores. Além da importância econômica, aspectos ambientais devem ser considerados, pois a extração de madeira, quando não executada corretamente, resulta em degradação florestal que, juntamente com o desmatamento, é responsável por grande parte da emissão de carbono das florestas para a atmosfera.

O principal objetivo deste trabalho é investigar a resposta da floresta mediante diferentes cenários de exploração madeireira. Neste contexto, o presente trabalho buscou identificar os principais agentes envolvidos em atividades madeireiras na Amazônia, bem como as relações entre eles, a partir da revisão da literatura e do conhecimento de especialistas a partir da interação com o grupo de pesquisadores envolvido neste trabalho. Em trabalho prévio, desenvolvido por Carvalho et al. (2019), foram identificados os principais parâmetros de exploração seletiva por meio de Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) e aqueles associados aos parâmetros de crescimento e regeneração da floresta extraídos da literatura, tais como, taxa de mortalidade, taxa de crescimento diamétrico anual, taxa de nascimento, dentre outros (OLIVEIRA, 2005; BRASIL, 2009; BORGES et al., 2018; ANDRADE et al., 2019; CANETTI, 2019). No presente trabalho elaborou-se e implementou-se um submodelo econômico com base nos parâmetros utilizados por Farias et al. (2017), por meio de pesquisa bibliográfica e de dados obtidos com trabalho de campo.

1.1 Objetivos Específicos

No contexto da exploração florestal, considerando os submodelos de exploração seletiva de crescimento e regeneração florestal desenvolvidos por Carvalho et al (2019), foram delineados os seguintes objetivos específicos:

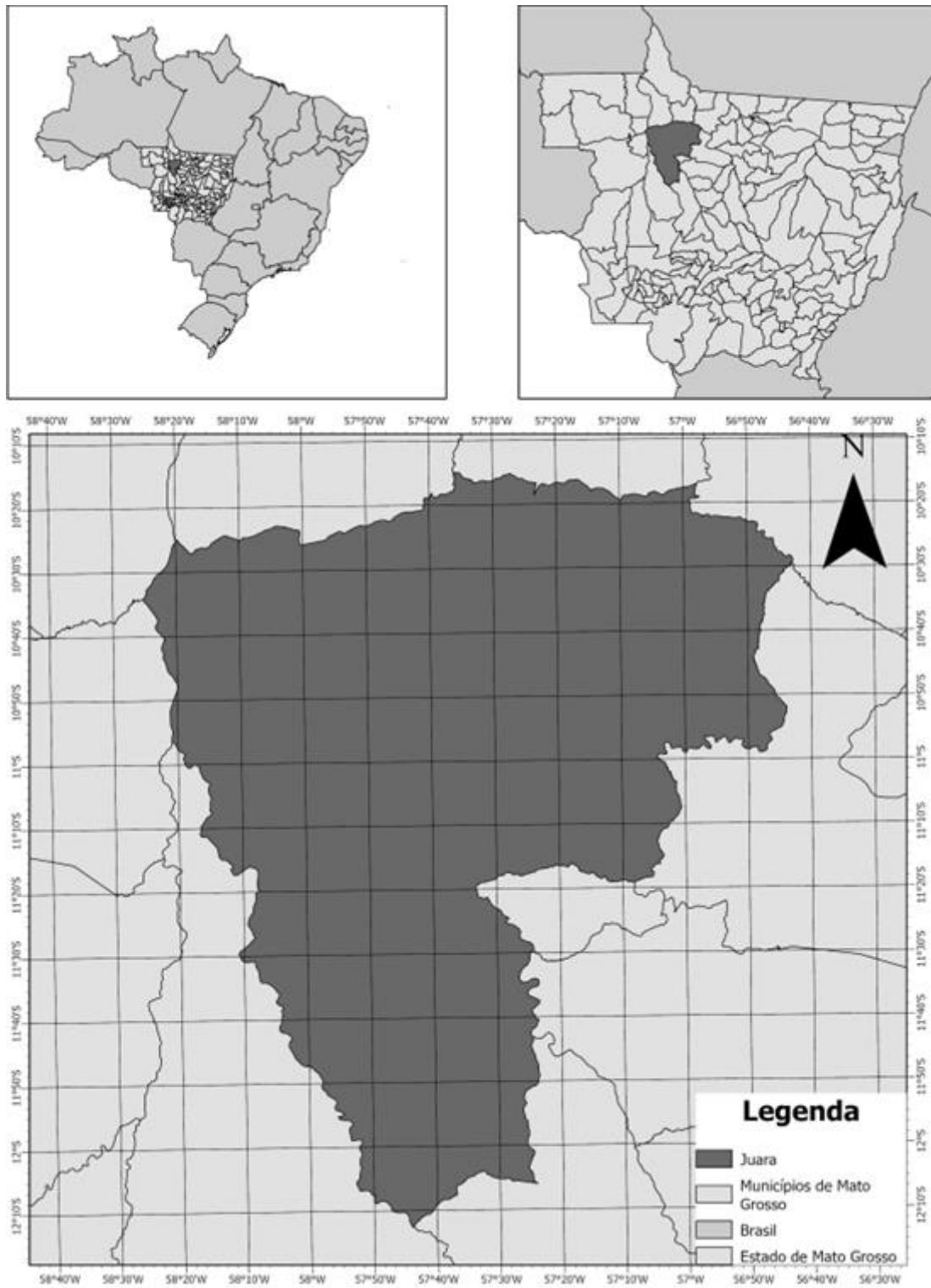
1. Elaborar o submodelo conceitual econômico com base nos trabalhos de Farias et al. (2017) e Macpherson (2010);
2. Implementar o submodelo econômico baseado nos parâmetros obtidos na etapa anterior;
3. Elaborar cenários de extração de madeira com diferentes políticas públicas associadas à exploração florestal;
4. Realizar simulações da cobertura florestal com base nos cenários formulados.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

A área de estudo se localiza no norte do estado de Mato Grosso, mais precisamente no município de Juara-MT. Esta região encontra-se inserida em uma região de intensa exploração madeireira e contribui efetivamente para o setor extrativista vegetal das florestas nativas do estado, sendo o município que concentra 878 PMFS aprovados pelo Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA-MT). A área de estudo pode ser observada na Figura 3.1.

Figura 2.1 - Localização da área de estudo



Fonte: Produção do Autor

2.2 Dados

Os dados usados neste estudo foram derivados de dados do PMFS presentes na área de estudo. Estes dados foram disponibilizados por empresas responsáveis pela elaboração e execução do PMFS no local e pela SEMA-MT. Os dados incluem a planilha do *inventário florestal 100%* (IF100%) contendo:

- O número de árvores total da área;
- O número de árvores de corte;
- O número de árvores remanescentes;
- O número de árvores porta sementes;
- O número de árvores proibidas de corte e não comerciais.

Além desses dados, foram disponibilizados dados referentes à distribuição espacial das árvores ao longo da área analisada e modelada. Essa área compreende a área de floresta derivada do PRODES, do ano de 2020, para o município de Juara-MT. Os dados dos IF100% disponibilizados pelas empresas e pela SEMA-MT, serviram como base para calcular as proporções de árvores em cada classe diamétrica estudada. Assim, de acordo com as proporções encontradas nos dados do IF100%, foi realizada uma estimativa para a área total de floresta do município.

2.3 Procedimentos Metodológicos

Foi usada como referência a área de floresta do município tendo como base a máscara de floresta do PRODES de 2020. Esta área gerou um plano celular de 397 células de 5 x 5 km que serviu como entrada para rodar simulações no software desenvolvido na plataforma TerraME (desenvolvida no INPE). de acordo com um plano de modelo baseado em agentes

As árvores foram classificadas em classes de 1 até 9, de acordo com Diâmetro na Altura do Peito (DAP), sendo que a classe 1 inclui árvores de 0 a 9 cm e a cada 10 cm tem-se uma nova classe diamétrica até a classe 9, cujas árvores apresentam diâmetro acima de 80 cm (Tabela 3.1).

Tabela 2.1 – Distribuição das classes diamétricas

Classe 1 (cm)	Classe 2 (cm)	Classe 3 (cm)	Classe 4 (cm)	Classe 5 (cm)	Classe 6 (cm)	Classe 7 (cm)	Classe 8 (cm)	Classe 9 (cm)
0 a 9	10 a 19	20 a 29	30 a 39	40 a 49	50 a 59	60 a 69	70 a 79	> 80

Fonte: Produção do Autor

Árvores menores que 30 centímetros de DAP (classe 1 a 3) são chamadas árvores sem destinação por estarem em crescimento e não devem ser cortadas, mas podem sofrer com os danos colaterais da exploração florestal. Árvores maiores do que 30 centímetros de DAP são classificadas pela sua destinação, como: árvore de corte, porta semente (PS), proibida de corte, não comercial e remanescente. As árvores remanescentes são as árvores pertencentes às classes 4 e 5 que não são cortadas. As árvores de corte são aquelas com DAP igual ou superior a 50cm que, neste caso, são representadas especificamente pelas classes 6 a 9.

A Tabela 3.2, mostra como as árvores foram organizadas nas células, considerando sua destinação, tendo como exemplo células da área de estudo. Por exemplo, na célula c26l00 existe uma árvore na classe diamétrica 1 (c1); três árvores na classe diamétrica 2 (c2), duas árvores nas classes diamétricas 4 e 5 (c4 e c5) resultando em 4, registrado coluna das remanescentes. Na célula c26l01 temos 9 na coluna de corte, sendo a soma das colunas c6, c7, c8, c9 igual a 11, mas com 1 na coluna de não comercial e 1 na coluna de porta semente que não são para o corte. Nesta célula não há árvores que representam as demais classes.

Tabela 2.2 - Distribuição das árvores nas células no tempo inicial

Identificação da célula	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	corte	não comercial	Porta semente	Proibida de corte	Remanescente
c26I00	1	3	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
c27I00	1	3	3	1	4	2	2	0	1	5	0	0	0	5
c26I01	2	5	0	3	3	0	5	2	4	9	1	1	0	6

Fonte: Carvalho et al. (2019)

O período de simulação da exploração é de 90 anos, com corte em intervalos de 30 anos, respeitando a intensidade de corte preconizada na legislação de 30 m³/ha. Os parâmetros de incremento de diâmetro anual (IDA) e taxa de recrutamento e mortalidade foram baseados nos autores pesquisados (OLIVEIRA, 2005; BRASIL, 2009; BORGES et al., 2018; ANDRADE et al., 2019; CANETTI, 2019) usando a equação,

$$Q_f = Q_i * ((1 + N)^{\Delta t} - 1) \quad (2.1)$$

Onde:

Qf = Quantidade final de árvores

Qi = Quantidade inicial de árvores

N = Taxa de natalidade

Δt = Passo de tempo anual

2.3.1 Procedimentos metodológicos para geração do submodelo econômico

Segundo FARIAS et al. (2017), há indícios de que o baixo emprego de tecnologias adequadas causa um alto impacto ambiental na exploração madeireira da Amazônia brasileira. Entretanto, por meio de uma economia

evolucionária com foco na sustentabilidade, pode-se estabelecer uma maior eficiência operacional da exploração madeireira. Para isso, deve-se adotar técnicas de silvicultura de impacto reduzido (*Reduced impact logging* ou RIL) ao invés da exploração convencional e predatória (*Conventional Logging* ou CL). O modelo econômico de exploração florestal de MACPHERSON et al. (2010), prevê formas de estabelecer parâmetros para avaliar aspectos da economia da exploração madeireira a partir de custos fixos, custos variáveis e investimentos.

2.3.2 Estratégia de exploração

Na simulação alguns parâmetros foram adotados para gerar o resultado da exploração. As proporções foram calculadas a partir dos dados de IF100% disponibilizados pelas empresas responsáveis pela elaboração dos PMFSs e pela SEMA-MT, conforme a tabela (3.3).

Tabela 2.3 – Classificação e proporção das árvores na célula

Árvores Passíveis de Corte na Célula	Classes 6 a Classe 9
Árvores de Corte	80,48% da soma de árvores passíveis de corte
Porta Sementes	15,17% da soma de árvores passíveis de corte
Árvores Remanescentes	CLASSE 4 E CLASSE 5
Proibidas de Corte	0,45% da soma de árvores de corte
Não Comercial	3,9% da soma de árvores passíveis de corte

Fonte: Produção do Autor

O volume médio das árvores de corte foi definido como 3,33 m³ e deve-se respeitar a intensidade de corte imposta pela legislação de 30 m³ por hectares. Taxas de nascimento e mortalidade foram consultados na literatura de diferentes autores (OLIVEIRA, 2005; BRASIL, 2009; BORGES et al., 2018; ANDRADE et

al., 2019; CANETTI, 2019) para cenários de florestas em equilíbrio. E o índice de crescimento médio (IDA) escolhido foi o que atende a crescimento otimista onde o IDA é alto e as árvores crescem mais rápido, com a taxa de nascimento é maior que a de mortalidade, para que os resultados sejam mais visíveis durante a exploração.

Além da taxa de mortalidade natural e exploração, existem outros fatores que implicam na perda de árvores como o dano colateral da exploração estimado das árvores no espaço.

Das árvores extraídas foi estimada, com dados de PMFS, uma taxa de descarte em 40% por motivo de afunilamento, árvore morta, não aproveitável, difícil acesso, erro de identificação, não encontrada, oco, risco para operador etc.

2.3.3 Proposta do submodelo econômico

Para o submodelo econômico foi proposto uma fórmula para estimar o Cenário Econômico (EC), o preço médio da madeira (PMAD) é estimado em R\$/m³, e o valor da multa (PMUL) e a intensidade de fiscalização variam de 0,1 a 1. A partir desses valores podemos formular a equação,

$$EC = \frac{PMAD}{(PMUL + PMAD) * FISC} \quad (2.2)$$

Onde:

EC = Grau de exploração

PMAD = Preço da madeira (R\$/m³)

PMUL= Preço da multa (R\$/m³)

FISC= Intensidade de fiscalização de 0,1 a 1 (adimensional)

O EC define a intensidade da exploração de acordo as diferentes estratégias de exploração em cenários em que se tem maior/ menor controle da exploração, seguindo os valores da Tabela 3.4. No EC1 a estratégia de exploração segue as normas dos PMFS. No EC2 e EC3 a estratégia de exploração segue o modelo

convencional, não se restringindo ao DAP > 50 cm, sem poupar as porta sementes e espécies proibidas de corte.

Tabela 2.4 – Intervalo de valores do EC

Valor de EC	Estratégia de exploração	Intensidade de exploração
se EC <= 1,2	explora conforme PMFS (somente árvores de corte com DAP > 50 cm)	até 30m ³ /ha
se EC > 1,2 e EC <= 2,2	explora DAP < 50 cm e porta sementes	pode explorar mais que 30m ³ /ha
se EC >= 2,2	explora DAP < 50 cm, porta sementes e proibidas de corte	pode explorar mais que 30m ³ /ha

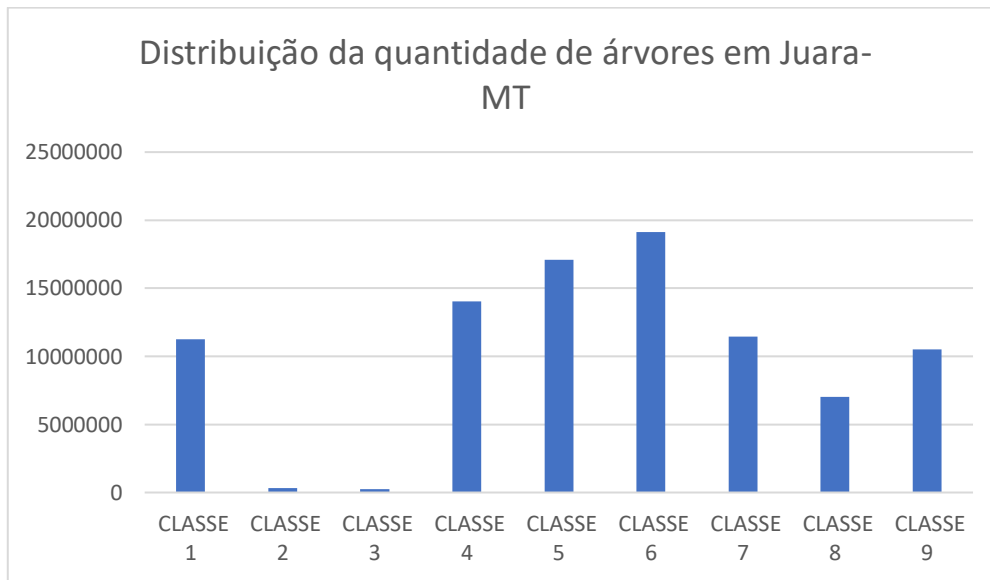
Fonte: Produção do Autor

3. RESULTADOS

Foram realizadas simulações conforme os valores definidos para os ECs. O primeiro intervalo de valor com EC <= 1,2 é chamado de EC1, cuja exploração segue as normas do PMFS. Os EC2 e EC3 representam, respectivamente cenários de exploração convencional e de exploração irrestrita.

Para o início da simulação é necessário observar a distribuição inicial das árvores em relação as faixas diamétricas, como apresentado na Figura 4.1. Quando somadas todas as árvores por classe nota-se que a área não apresenta distribuição uniforme em relação às faixas de diâmetro, as classes 4, 5 e 6, apresentam maior quantidade de indivíduos do que as demais.

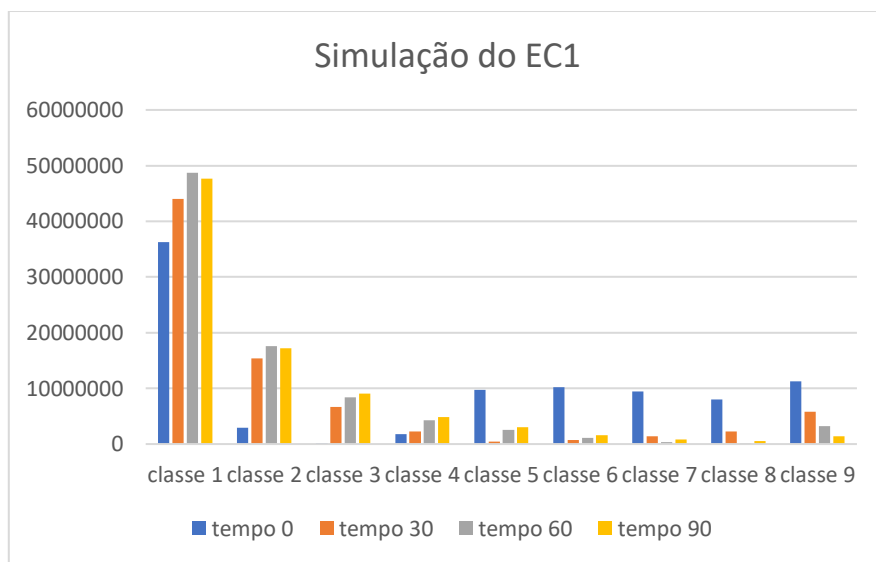
Figura 3.1 – Distribuição das classes em Juara-MT



Fonte: Produção do Autor

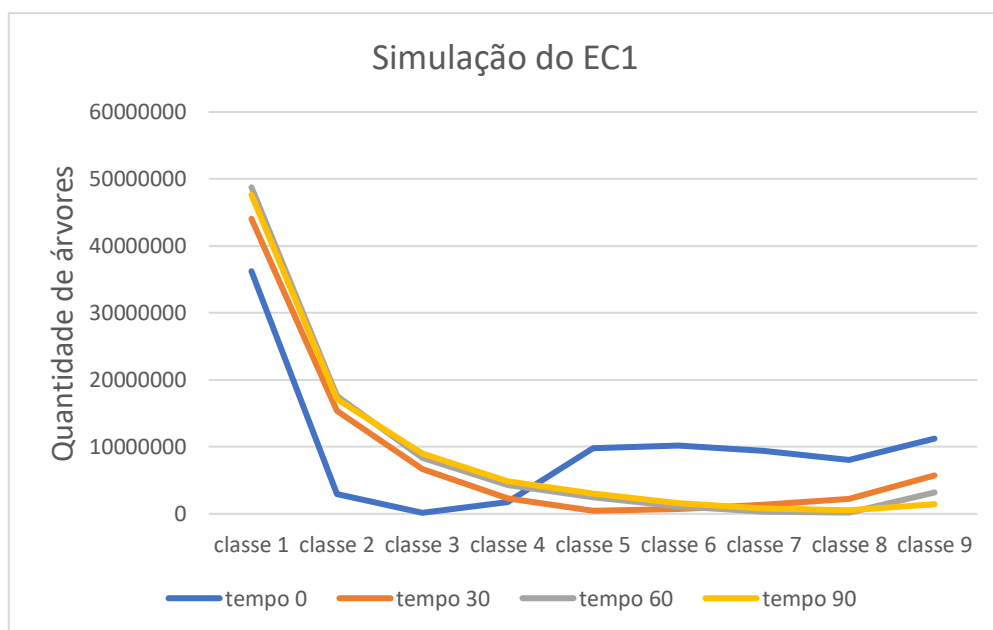
A Figura 3.2 e 3.3 apresentam o resultado do modelo para o EC1, representados em gráficos de barras e de linhas. Os gráficos mostram a quantidade de árvores nas classes nos ciclos de corte nos anos 0, 30, 60 e 90. De uma maneira geral, observa-se que após a exploração, nos tempos 30, 60 e 90, tem-se uma curva no formato de J invertido, curva padrão de crescimento florestal, conforme literatura das florestas da Amazônia (Queiros et al., 2006; Lima & Leão, 2012; Reis et al., 2014; Reis et al., 208).

Figura 3.2 – Simulação do número de árvores do EC1



Fonte: Produção do Autor

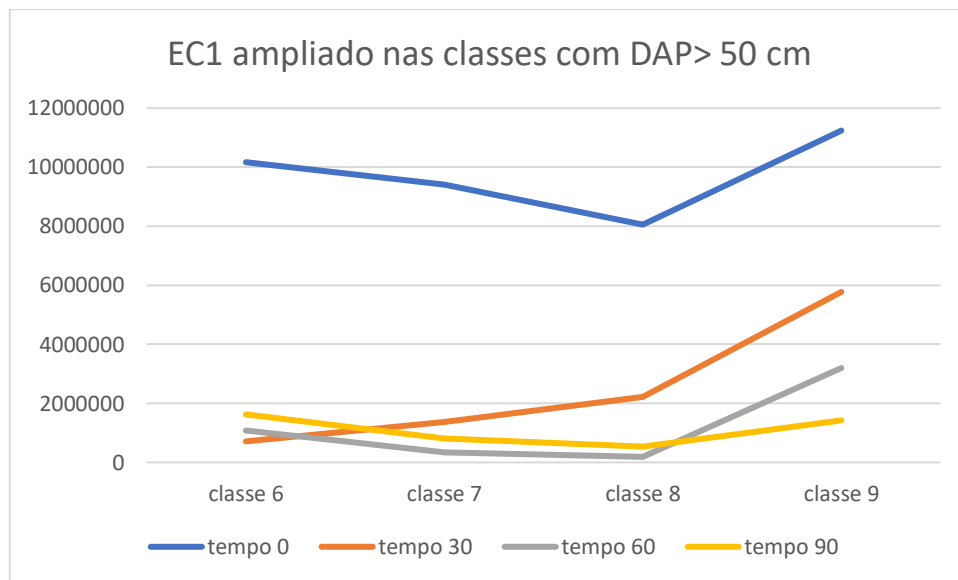
Figura 3.3 – Simulação do número de árvores do EC1 no gráfico de linhas



Fonte: Produção do Autor

Se forem representadas apenas as árvores de corte, com DAP > 50 cm (classe 6 a classe 9) em um gráfico de linhas, observa-se que as classes com diâmetros maiores encontram uma maior quantidade de árvores em razão da preservação das porta sementes para a manutenção da floresta conforme se forem seguidas com o PMFS (Figura 4.4).

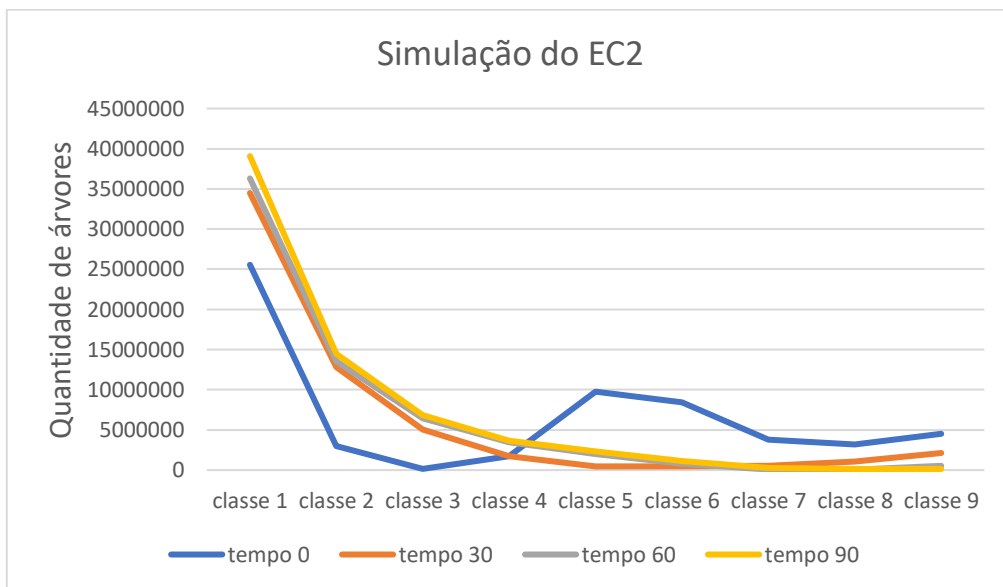
Figura 3.4 – Classes de diâmetro de corte > 50 cm do cenário EC1



Fonte: Produção do Autor

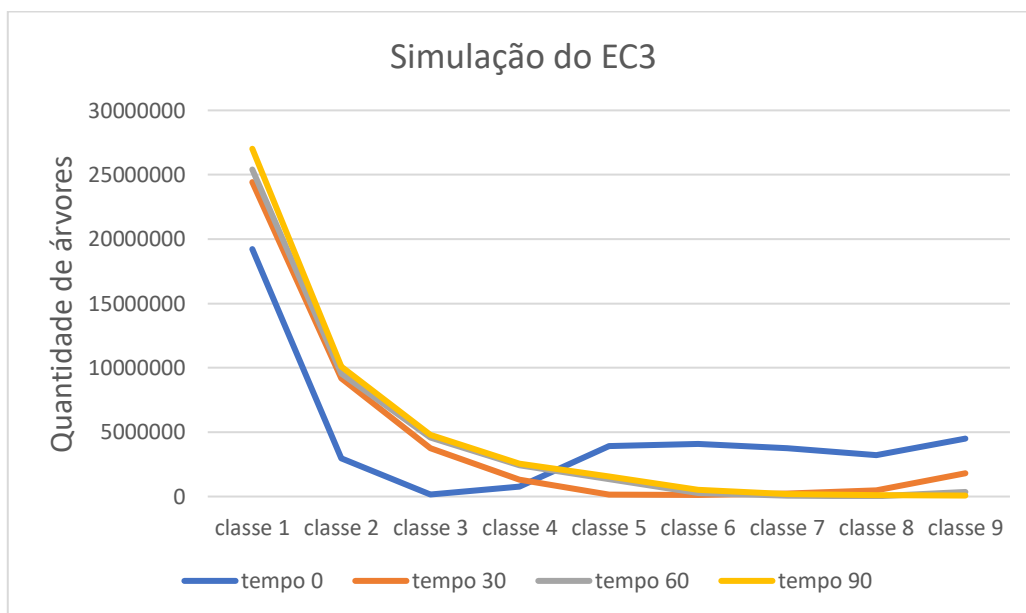
Nas demais estratégias de corte, EC2 e EC3, as árvores das classes de diâmetro maiores tendem a se reduzir e, nos últimos anos de simulação, podem ser suprimidas, uma vez que tanto as porta sementes e as proibidas de corte passam a ser exploradas. Como nessas estratégias o modelo reproduz a preferência dos madeireiros pelo corte de árvores de maior porte, por apresentarem maior rentabilidade, após o ciclo de 60 anos, em ambos os cenários, as árvores maiores são suprimidas, enquanto as de classes de diâmetro inferior, são mais abundantes. No EC3 há também uma perda significativa de 45,72% no volume total da floresta se comparado ao EC1.

Figura 3.5 – Simulação do número de árvores do EC2



Fonte: Produção do Autor

Figura 3.6 – Simulação do número de árvores do EC3



Fonte: Produção do Autor

4. CONCLUSÕES

O presente trabalho buscou desenvolver um submodelo econômico integrado aos submodelos de exploração e crescimento propostos por Carvalho et al 2019. Para este submodelo, foram utilizados os estudos e formulações de Macpherson (2010) e de Farias et al. (2017) para reproduzir a exploração seletiva de madeira por meio de uma equação do submodelo econômico e da geração de cenários (EC) considerando diferentes estratégias de exploração. Essa formulação reproduz cenários econômicos de exploração madeireira, em que alguns parâmetros foram estabelecidos como o preço da madeira, a intensidade de fiscalização e, o valor das multas aplicadas em caso de ilegalidade. Com isso, foi obtida

O cenário (EC1) que reproduz os parâmetros dos PMFS, mostrou ser muito sensível a retirada de árvores, mesmo com a aplicação das técnicas e normas do PMFS, mostrando que ao longo dos ciclos de corte a estrutura florestal não é recomposta. Ao contrário há uma tendência de aumento de indivíduos jovens nas classes de diâmetro inferiores e de uma grande redução dos indivíduos de classes de diâmetro superiores. Entretanto, nas classes de diâmetro acima de 70 cm, observa-se uma quantidade maior de até 62.79% quantidade de indivíduos do que nas demais classes, resultado da restrição da exploração de árvores com diâmetro menor que 50 cm, ao longo dos três ciclos de exploração simulados, e das porta sementes e proibidas de corte. O mesmo não ocorreu nos outros dois cenários menos restritivos, em que ocorreu a supressão total de árvores de maiores diâmetros no último ciclo.

Os resultados das simulações revelaram que quando a floresta é explorada usando as técnicas de PMFSs, os efeitos sobre a estrutura florestal, podem ser minimizados, embora a recomposição da estrutura florestal não retorne ao estágio inicial. Estudos sobre a composição da floresta, bem como parâmetros locais podem ser utilizados em estudos futuros para uma simulação mais realista do crescimento florestal ao longo dos ciclos de corte.

Este estudo evidencia a importância de se incentivar o uso das técnicas de PMFS para a exploração de madeira na Amazônia, pois por meio dos PMFSs é possível minimizar danos e assegurar a manutenção da floresta. Políticas

públicas de incentivo ao manejo florestal sustentável devem ser encorajadas, assim como novos os estudos que identifiquem as limitações existentes nos métodos atuais de exploração.

Referências Bibliográficas

- Andrade, D.F.C.; Gama, J.R.V.; Ruschel, A.R.; Melo, L.O.; De Avila, A.L.; De Carvalho, J.O.P. 2019. Post-fire recovery of a dense ombrophylous forest in amazon. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 91: 1–11.
- Barbosa, W. M.; Modelagem Das Operações De Extração Madeireira Em Regime De Manejo Sustentável Na Amazônia: Estudo De Caso De Um Sistema De Exploração. **Faculdade De Tecnologia Universidade De Brasília-UnB**. 2018.
- Borges, A.D.; Mattos, P.P.; Braz, E.M.; Canetti, A.; Basso, R.O. 2018. *Padrão de crescimento de cedrinho em condições de floresta natural no município de Santa Carmem, microregião de Sinop, MT*. .
- BRASIL**. DECRETO Nº 6.514, DE 22 DE JULHO DE 2008. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências, Brasília, DF, jul 2008.
- BRASIL, C.N. do M.A. (CONAMA). 2009. *Resolução nº 406 de 02 de fevereiro de 2009*. 2–5p.
- Broadbent, E.N.; Asner, G.P.; Keller, M.; Knapp, D.E.; Oliveira, P.J.C.; Silva, J.N. 2008. Forest fragmentation and edge effects from deforestation and selective logging in the Brazilian Amazon. *Biological Conservation*.
- Canetti, A. 2019. Estrutura, dinâmica e manejo sustentável em ecótono de floresta amazônica. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, 156p.
- Carvalho, G. F. B.; et. al. Modelagem de agentes relacionados com o setor madeireiro na região do Sinop-MT. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E INICIAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO (SICINPE), 2019, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2019. On-line. Bolsa PIBIC/INPE/CNPq. IBI: <8JMKD3MGPDW34R/3U53D9H>.
- Emer, O. M. P; Melz L. J. Análise Dos Custos De Extração E Transformação De Madeira Em Cotriguaçu-MT: Estudo De Caso. **Revista UNEMAT de Contabilidade**, ano 1, n.1, jan./jun. 2012.

- Faria, H. A. B; Rivero, S. L. de M.; Diniz, M. J. T. Negative incentives and sustainability in the amazonian logging industry. **Nova economia**, Belo Horizonte, v. 27, n.3, p. 363-391. 2017.
- Johns, A.D. 1985. Selective logging and wildlife conservation in tropical rain-forest: Problems and recommendations. *Biological Conservation* 31: 355–375.
- Macpherson, Alexander & Carter, Douglas & Lentini, Marco & Schulz e,
Mark. (2010). Following the Rules: Brazilian Logging Concessions under Imperfect Enforcement and Royalties. **Land Economics**, v. 86, n. 3, p. 493-513. 2010.
- MATO GROSSO, E. DE. 2006a. Decreto nº 8.188, de 10 de outubro de 2006. .
- MATO GROSSO, E. DE. 2006b. Decreto nº 8.188, de 10 de outubro de 2006. .
- MATO GROSSO, E. DE. 2014. DECRETO Nº 2.152, DE 12 DE FEVEREIRO DE 2014. .
- MMA, M. do M.A. 2019. *Manejo Florestal Sustentável*. (<http://www.mma.gov.br/florestas/manejo-florestal-sustentavel>). Accessed on 20 Sep. 2006.
- Oliveira, L.C. De. 2005. Efeito da exploração da madeira e de diferentes intensidades de desbastes sobre a dinâmica da vegetação de uma área de 136 ha na floresta nacional do Tapajós. : 196.
- Rondon, X.J.; Cumming, G.S.; Cossío, R.E.; Southworth, J. 2012. The Effects of Selective Logging Behaviors on Forest Fragmentation and Recovery. *International Journal of Forestry Research*.
- SNIF. 2017. Boletim do Sistema Nacional de Informações Florestais. : 32.
- Uhl, C.; Vieira, I.C.G. 2006. Ecological Impacts of Selective Logging in the Brazilian Amazon: A Case Study from the Paragominas Region of the State of Para. *Biotropica*.
- Verissimo, A.; Barreto, P.; Mattos, M.; Tarifa, R.; Uhl, C. 1992. Logging impacts and prospects for sustainable forest management in an old Amazonian frontier: The case of Paragominas. *Forest Ecology and Management*.